



小川 宏人

所属・職名 大学院理学研究院・生物科学部門・行動神経生物学分野・教授
略 歴 昭和 62 年 岡山大学理学部卒業
平成 4 年 岡山大学大学院自然科学研究科修了・博士(理学)
平成 20 年 北海道大学大学院理学研究院准教授
平成 28 年 北海道大学大学院理学研究院教授

【光学イメージングによる感覚情報の脳内表現と抽出・変換機構の解明】

研究の背景: 動物が行動する場合、多くの感覚入力からいろいろな情報を抽出・統合し、その結果をもとに特定の運動出力を決定する。様々な感覚入力の情報や運動出力情報は、個々のニューロンの活動だけではなく複数のニューロンの集団的な活動の時空間パターンによって表現されていることが明らかになってきた。我々は特に遠隔性(非接触性)刺激の“方向”情報に注目し、その情報がニューロン活動の時空間パターンによって脳内でどのように表現されているか(コーディング・パターン)、それらから入力を受ける上位介在ニューロンはどのように情報を抽出するのか(デコーディング・アルゴリズム)という課題について研究を行っている。

研究方法、内容: 我々は比較的単純な神経系を持つ昆虫を材料として用い、上記の研究課題に取り組んでいる。具体的にはコオロギの気流感覚-逃避運動系をモデルとして、神経節内における気流刺激方向の表現様式と、そこからシナプス入力を受ける介在ニューロンが方向情報を抽出して特定の刺激方向感受性を形成する過程を、*in vivo* カルシウムイメージングと電気生理学的計測によって解析している。

これまでの成果: 200Hz 以下の遅い空気流振動はコオロギの尾部に存在

する尾葉と呼ばれる感覚器官で受容される(図1上)。尾葉には1000本に及ぶ機械感覚毛が存在し、わずかな空気流変位も感知する。尾葉の感覚ニューロン群は最終腹部神経節内に投射し、巨大介在ニューロンへシナプスする(図1下)。我々は尾葉感覚ニューロンの集団活動のカルシウムイメージングによって、最終腹部神経節内において解剖学的に予想されていた気流方向に関するトポグラフィック・マップが実際の活動パターンマップ(図2)と一致することを明らかにした。また、単一の巨大介在ニューロン樹状突起と感覚ニューロンの軸索終末の集団活動の同時カルシウムイメージング(図3)に成功し、個々の巨大介在ニューロンが感覚地図から方向情報を抽出するアルゴリズムを明らかにした。

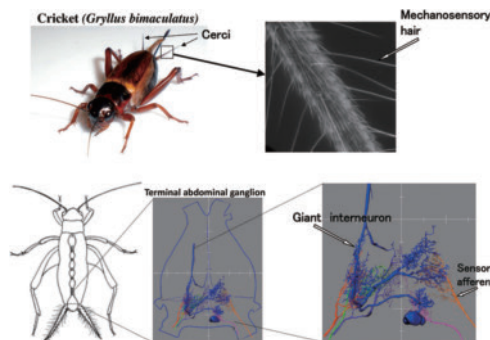


図1 コオロギの気流感覚システム

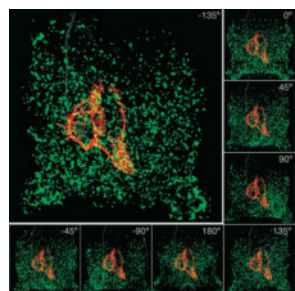


図2 刺激方向を表現する感覚ニューロン終末の活動パターンマップ(緑)と巨大介在ニューロンの樹状突起(赤)

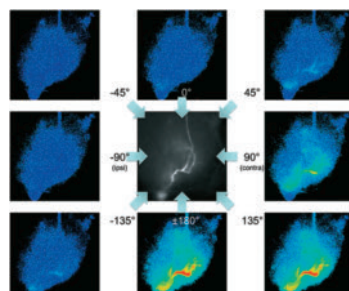
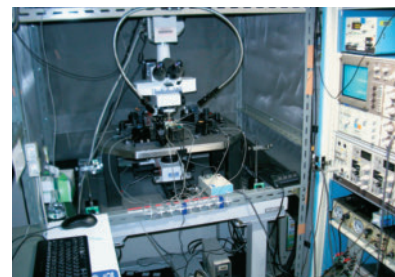


図3 各方向からの気流刺激に対する巨大介在ニューロンの樹状突起カルシウム応答



2019 年～現在 (2024 年 5 月) の主な研究業績

- 1) Kiuchi K, Shidara H, Iwatani Y, **Ogawa H** (2023) Motor state changes escape behavior of crickets. *iScience*, 26: 107345.
- 2) Lu A, Fukutomi M, Shidara H, **Ogawa H** (2023) Persistence of auditory modulation of wind-induced escape behavior in crickets. *Front. Physiol.*, 14: 1153913.
- 3) Yamao H, Shidara H, **Ogawa H** (2022) Central projections of cercal giant interneurons in the adult field cricket, *Gryllus bimaculatus*. *J. Comp. Neurol.*, 530: 2372-2384.
- 4) Sato N, Shidara H, **Ogawa H** (2022) Roles of neural communication between the brain and thoracic ganglia in the selection and regulation of the cricket escape behavior. *J. Insect Physiol.*, 139: 104381.
- 5) Ifere NO, Sato N, Shidara H, **Ogawa H** (2022) Spatial perception mediated by insect antennal mechanosensory system. *J. Exp. Biol.*, 225: jeb243276.
- 6) Sato N, Shidara H, **Ogawa H** (2022) Action selection based on multiple-stimulus aspects in the wind-elicited escape behavior of crickets. *Heliyon*, 8: e08800.
- 7) Hommaru N, Shidara H, Ando N, **Ogawa H** (2020) Internal state transition to switch behavioral strategies in cricket phonotaxis behavior. *J. Exp. Biol.*, 223: jeb229732.
- 8) Sato N, Shidara H, **Ogawa H** (2019) Trade-off between motor performance and behavioural flexibility in the action selection of cricket escape behaviour. *Sci. Rep.*, 9: 18112.